

### Список литературы

1. Изготовление и использование установок естественного холода для охлаждения молока: рекомендации / [Мусин А.М., Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И. и др.] – М.: Росагропромиздат, 1991. – 28 с.
2. Коршунов А.Б. Электрифицированная бесфреоновая система охлаждения молока на фермах: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / А.Б. Коршунов. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2002. – 18 с.
3. Учеваткин А.И. Автоматизированные энергосберегающие технологии и система электрооборудования линий первичной обработки молока на фермах: автореф. дис. на соискание учёной степени доктора техн. наук / А.И. Учеваткин. – М.: ВИЭСХ, 1998. – 43 с.
4. Пат. № 2305932 Российская Федерация. Система охлаждения молока с использованием природного холода для ферм с емкостными теплообменниками / Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов Б.П., Коршунов А.Б. и др.; заявл. 24.03.2006; опубл. 24.03.2006. Бюл. № 26.
5. Пат. № 2340169 Российская Федерация. Холодильная установка для охлаждения молока с использованием естественного холода / Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов Б.П., Коршунов А.Б. и др.; заявл. 15.05.2007; опубл. 10.12.2008. Бюл. № 34.

*Розглянуто енергозберігаюче холодильне обладнання для охолодження молока на фермах з використанням природного холоду і льодоаккумуляторів.*

***Енергозберігаюче холодильне обладнання, охолодження молока льодоаккумулятор.***

*We consider energy-efficient refrigeration equipment for cooling milk on farms using natural cold and iceaccumulator.*

***Energy-efficient cooling equipment, cooling milk, iceaccumulator.***

УДК 681.5:636.5

## ТОЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ И ОБЪЕМНЫМ ДОЗИРОВАНИЕМ ЖИДКИХ И ПОЛУЖИДКИХ СМЕСЕЙ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КАЧЕСТВЕННЫМ СОСТАВОМ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

***А.В. Дубровин, доктор технических наук  
ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии, г. Москва***

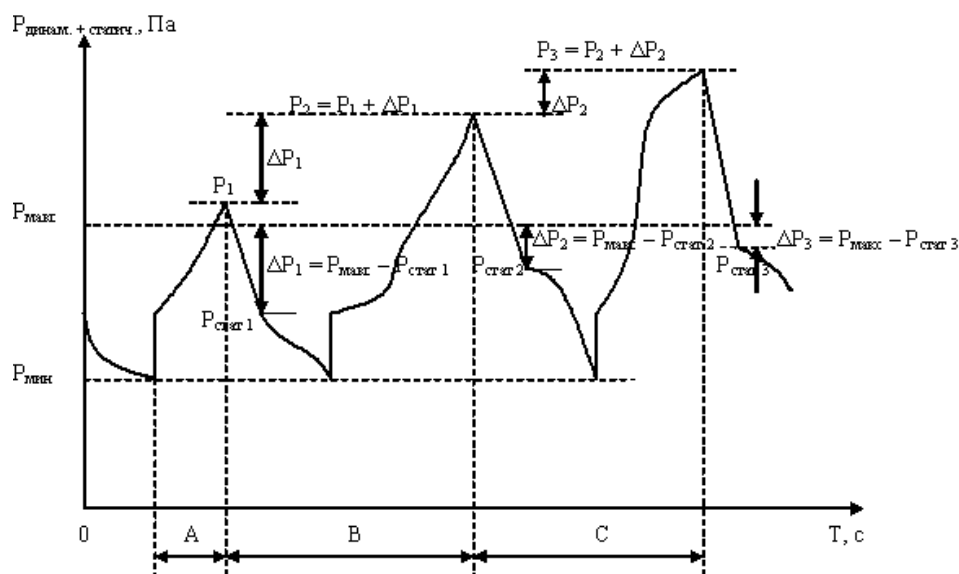
*Рассмотрены вопросы автоматизации технологий в птицеводстве, где производство осуществляется в автоматизированном режиме по технико-экономическому критерию. Предложено автоматизированное устранение методической погрешности объемного дозирования жидких и полужидких смесей с изменяющимся во времени их качественным составом.*

***Эффективность производства, автоматизация технологических процессов, технико-экономический параметр.***

---

© А.В. Дубровин, 2012

В сельском хозяйстве распространены процессы дозирования жидких и полужидких смесей с изменяющимся и неконтролируемым качественным составом при поении и кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, поскольку многие витаминные добавки и лекарства доставляются к поголовью не только в составе кормов, но и в составе жидких и полужидких смесей. Существуют многочисленные способы контроля уровня жидкости и ее дозирования [1, 2, 3, 6 и др.]. Недостатками их часто являются невозможность непрерывного измерения уровня жидкости с высокой точностью, соответственно, низкая точность дозирования произвольных по заданному значению порций жидких и полужидких смесей. Известно, что общая погрешность измерения состоит из суммы методической и аппаратурной погрешностей. Первая зависит от метода формирования результата измерения, вторая связана со свойствами собственно электронно-механического оборудования по люфтам, шумам, утечкам, нестабильности рабочих режимов и т.п. Например, в работе [1] высокая точность регулирования уровня жидкости в башенном водоснабжении или в системе поения и кормления поголовья по суммарному динамическому и статическому давлению жидкости связана с созданием и оригинальным использованием достаточно известного алгоритма постепенного уточнения задания регулятора (рис. 1).

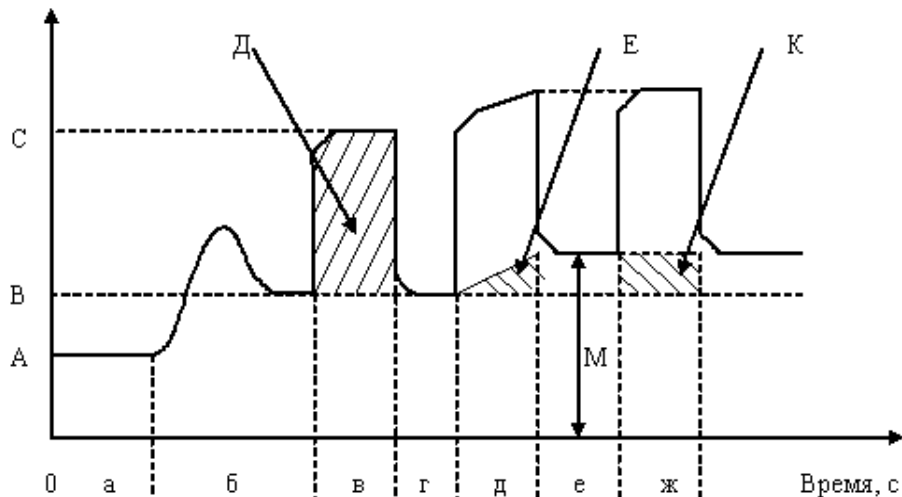


**Рис. 1. Временная диаграмма работы адаптивного регулятора уровня жидкости:**

$P_{\text{динам.} + \text{статич.}}$  – суммарное динамическое и статическое давление жидкости;  $P_{\text{макс}}$  и  $P_{\text{мин}}$  – заданные значения уровней жидкости;  $P_1$  – суммарное динамическое и статическое давление при ещё включённой подаче жидкости в первом периоде её подачи А;  $P_{\text{стат 1}}$  – статическое давление при ещё включённой подаче жидкости в первом периоде её подачи А;  $\Delta P_1$  – ошибка регулирования уровня жидкости в первом периоде её подачи А;  $P_2$  – заданное суммарное динамическое и статическое давление жидкости, при котором надо прекратить её подачу во втором периоде подачи жидкости В; С – третий период подачи жидкости

Произвольное изменение свойств механического сопротивления потока жидкой среды приведет к неконтролируемому изменению значений сигналов составляющих давлений и к появлению заметной и автоматически не устраняемой методической погрешности измерения и регулирования уровня. Эту погрешность традиционно корректируют при юстировках вручную. Аналогичный результат получается в [2, 3 и др.], при произвольном изменении электрических свойств контролируемой с помощью индукционного расходомера движущейся полужидкой среды, например полужидкого корма в свиноводстве (рис. 2).

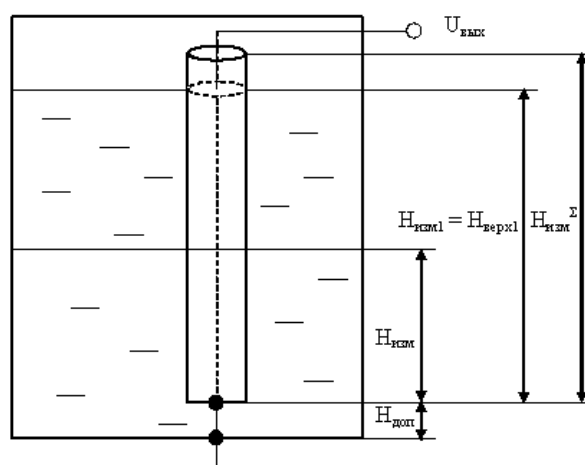
Выходной сигнал расходомера (мгновенный расход), м<sup>3</sup>/с



**Рис. 2. Временная диаграмма работы устройства раздачи жидкого корма:** А – сигнал ошибки на выходе расходомера (аппаратурная погрешность) при отсутствии кормосмеси; В – сигнал рассогласования при нулевом расходе находящейся в расходомере в состоянии покоя кормосмеси (статическая ошибка); С – сигнал расхода, содержащий статическую ошибку В; (С – В) – сигнал мгновенного расхода кормосмеси; Д – доза кормосмеси в первой по ходу кормораздатчика кормушке; Е – ошибка дозирования во вторую кормушку при изменении состава корма во время дозирования; М – значение выходного сигнала расходомера при установившейся электропроводности кормосмеси; К – автоматически устраняемая методическая погрешность дозирования

**Цель исследований** – повышение точности контроля уровня и управления дозированием жидких и полужидких смесей в сельском хозяйстве, преимущественно в птицеводстве и животноводстве. В результате с высокой точностью автоматически определяется контролируемое значение уровня и осуществляется управление объемным дозированием жидких и полужидких смесей с изменяющимся и неконтролируемым качественным составом в сельском хозяйстве. Устанавливаются и с высокой точностью автоматически обеспечиваются такие значения дозы кормовой или питьевой смеси, при которых в соответствии с зоотехническими нормативами достигается наивысший на данный момент времени прирост сельскохозяйственной продукции от действия кормления и поения животных или птицы жидкими и полужидкими смесями.

**Результаты исследований.** Для достижения наивысшей продуктивности птицы и животных необходимо практически непрерывно во время прохождения технологии выращивания поголовья изменять суточные дозы кормовых смесей и питьевых лекарственных растворов с различными составами. При использовании индукционных расходомеров и аналогичных поточных дозаторов коррекция их выходных измерительных сигналов для текучих сред с различающимися друг от друга физико-химическими и соответственно электромагнитными свойствами чрезвычайно затруднена. При применении обычных объемных дозирующих устройств возникающие в отсутствие автоматической коррекции сигнала требуемой дозы для разных жидкостей и смесей проблемы сопряжены либо с большими ошибками дозирования, либо со значительными трудозатратами при перенастройке оборудования. Поэтому в предлагаемом решении [4] в каждом цикле заполнения резервуара со смесью определяются ее электропроводные свойства, и уровень смеси сопоставляется с измерительным сигналом в соответствии с определенными свойствами смеси, заполнившей резервуар в начале данного цикла дозирования смеси птице и животным. Заполнение резервуара смесью осуществляется при помощи насоса, подающего смесь в заливной трубопровод резервуара (рис. 3).



**Рис. 3. Схема резервуара с емкостным датчиком уровня:**

$U_{\text{вых}}$  – напряжение электрического сигнала с емкостного датчика уровня;  $H_{\text{изм}}^{\Sigma}$  – наибольший диапазон возможных значений измеряемых уровней смеси;  $H_{\text{верх1}} = H_{\text{изм1}}$  – заданное и измеренное значение верхнего уровня смеси;  $H_{\text{изм}}$  – текущее во времени измеряемое значение уровня смеси;  $H_{\text{доп}}$  – неконтролируемый диапазон уровней смеси в конкретной конструкции резервуара

Дозирование производится открыванием и закрыванием заслонки, размещенной в сливном трубопроводе резервуара. Функционально насос и заслонка объединены в блоке насоса и заслонки. Включенное или выключенное состояние насоса, открытое или закрытое состояние сливной заслонки определяется режимом работы блока управления насосом и за-

слонкой. Значение высоты верхнего уровня по отношению к принятому нижнему краю емкостного датчика уровня известно. В момент достижения смесью датчика верхнего уровня устройства определяется и запоминается на все время предстоящего цикла опорожнения резервуара значение (рис. 4) соответствующего электрического сигнала  $U_{изм1}$ , В, и произведения его на значение высоты верхнего уровня  $H_{верх1}$ , м, т.е. произведение ( $H_{верх1} \times U_{изм1}$ ). Для сигнала переменного электрического тока большее заполнение измерительной емкости смесью приводит к снижению диэлектрической проницаемости измерительного емкостного промежутка и к соответствующему уменьшению амплитуды электрических колебаний  $U_{изм}$ . Измеряемый уровень  $H_{изм}$  (1):

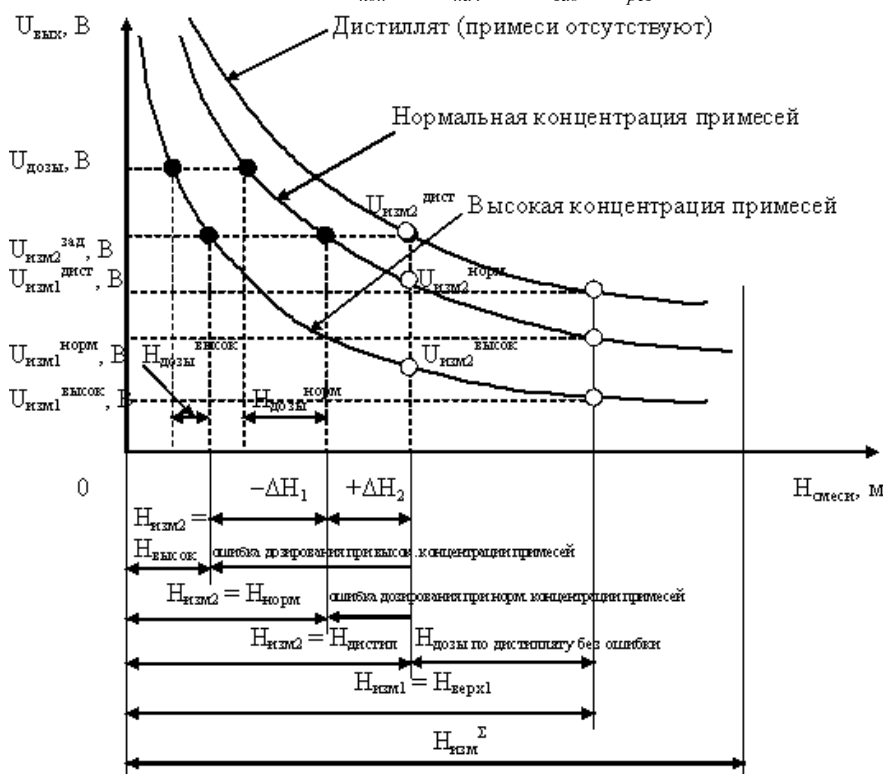
$$H_{изм} = (H_{верх1} \times U_{изм1}) / U_{изм}. \quad (1)$$

При задании объемной дозы  $K_{зад}$ , м<sup>3</sup> (2) приходится определять верхний (начальный)  $H_{нач}$  (3) и нижний (конечный)  $H_{кон}$  (4) расчетные уровни смеси, при начале формирования этой дозы и при покидании ею резервуара с внутренней площадью его горизонтального сечения  $S_{рез}$ , м<sup>2</sup>:

$$K_{зад} = H_{нач} \times C_{рез} - H_{кон} \times C_{рез}; \quad (2)$$

$$H_{кон} \times C_{рез} = H_{нач} \times C_{рез} - K_{зад}; \quad (3)$$

$$H_{кон} = H_{нач} - (K_{зад} / C_{рез}). \quad (4)$$



**Рис. 4. Графическая интерпретация методических погрешностей измерения и зависимостей выходного сигнала емкостного датчика уровня от уровня жидких и полужидких смесей с различающимися электропроводными свойствами:**

$-\Delta H_1$  и  $+\Delta H_2$  – ошибки измерения уровней различных по составу смесей  $H_{смеси}$  при настройке только на режим дозирования смеси с нормальной концентрацией примесей; явное различие значений доз при нормальной концентрации при-

месей  $N_{\text{дозы}}^{\text{норм}}$  и при высокой концентрации примесей  $N_{\text{дозы}}^{\text{высок}}$  в процессе дозирования по сигналам  $U_{\text{изм}}$  и  $U_{\text{дозы}}$  без коррекции измерительных сигналов при различных по составу смесях в соответствии с различающимися электропроводными свойствами этих смесей; точные значения уровней смесей с высокой концентрацией примесей  $N_{\text{высок}}$ , с нормальной концентрацией примесей  $N_{\text{норм}}$ , дистиллированной жидкости  $N_{\text{дистил}}$  при одном и том же значении измерительного сигнала  $U_{\text{изм}2}^{\text{зад}}$ . При этом значении  $U_{\text{изм}2}^{\text{зад}} = U_{\text{изм}2}^{\text{дист}}$  и при настройке измерителя только на свойства дистиллята возникают методические ошибки дозирования при нормальной и тем более при высокой концентрации примесей. Эти ошибки показаны на рисунке двумя однонаправленными влево стрелками

Когда скорректированный в зависимости от состава смеси измеряемый при расходе смеси сигнал уровня  $N_{\text{изм}}$  станет равным  $N_{\text{кон}}$ , дозирование прекращается. Устройство (рис. 5) работает так. При изменении уровня смеси изменяется емкостная нагрузка генератора электрических колебаний 6 и соответственно изменяется входной сигнал преобразователя сигнала 7.

Амплитуда этого сигнала обратно пропорциональна уровню смеси, поскольку с увеличением объема смеси в измерительном конденсаторе (на измерительной емкости) падает диэлектрическая проницаемость и уменьшается емкостное сопротивление емкостного датчика уровня смеси 3. Преобразователь сигнала 7, например аналого-цифровой преобразователь формирует принимаемый вычислительным блоком 13 на его первом входе измерительный сигнал уровня смеси. Резервуар 1 наполняется смесью насосом, включаемого с помощью блока управления насосом и заслонкой 8, когда на его второй вход поступает сигнал частичного и существенного опорожнения резервуара 1 и почти полного освобождения от смеси внутреннего пространства емкостного датчика уровня смеси 3 от датчика нижнего уровня смеси 5. Состояние заполнения резервуара 1 и внутреннего пространства емкостного датчика уровня смеси 3 определяется выбором положения по высоте установки датчика нижнего уровня смеси 5. Сигнал датчика верхнего уровня смеси 4 разрешает прохождение через селектор 11 измерительного нормирующего сигнала уровня смеси на высоте размещения датчика верхнего уровня смеси 4 и обеспечивает выключение насоса, функционально входящего в блок насоса и заслонки 9 и подающего смесь в резервуар 1, посредством блока управления насосом и заслонкой 8. При появлении сигналов начала дозирования от датчика верхнего уровня смеси 4 или от компаратора 14 происходит прохождение на второй вход вычислительного блока 13 нормирующего измерительного сигнала уровня смеси в момент времени начала очередного дозирования смеси. В блоке насоса и заслонки 9 в этот момент времени открывается заслонка. Вычислительный блок 6 по данным измерений формирует сигналы величин измеряемого уровня  $N_{\text{изм}}$  и расчетного нижнего (конечного) уровня смеси. Первый сигнал на первом выходе вычислительного блока 6 индицируется для персонала сельскохозяйственного предприятия в индикаторе измеренного уровня смеси 10 и используется для сравнения в компараторе 14. Второй сигнал на втором



этому появляется практическая возможность дополнительного управления продуктивностью птицы и животных за счет высокоточного управляемого по установленным зоотехническим нормативам дозирования жидких и полужидких питьевых и кормовых смесей в сельском хозяйстве, преимущественно в птицеводстве и животноводстве, в том числе в автоматизированных производственных комплексах [5].

#### Список литературы

1. А.с. 1647526 СССР. Способ регулирования уровня в резервуаре и устройство для его осуществления / Р.М. Славин, А.В. Дубровин и др., 1991. Бюл. №17.
2. А.с. 1655406 СССР. Устройство для раздачи жидкого корма /А.В. Дубровин, В.И. Жижин, Ю.В. Лаврешин и др.; 1991. Бюл. №22.
3. А.с. 1655407 СССР. Устройство для раздачи жидкого корма /А.В. Дубровин, В.И. Жижин, Ю.В. Лаврешин и др.; 1991. Бюл. №22.
4. Пат. 2427131 Российская Федерация. Способ и устройство контроля уровня жидких и полужидких смесей и управления их объемным дозированием в сельском хозяйстве, преимущественно в птицеводстве и животноводстве / Дубровин А.В.; заявл. 28.04.2009; опубл. 10.11.2010. Бюл. №8.
5. Пат. 2423826 Российская Федерация. Комплекс безотходного птицеводства и свиноводства с собственным производством кормов и энергии / Дубровин А.В. и др.; заявл. 13.01.2010; опубл. 27.07.2010. Бюл. №20.
6. Справочник радиолюбителя-конструктора. – М.: Энергия, 1978. – 752 с.

*Розглянуто питання автоматизації технологій в птахівництві, де виробництво здійснюється в автоматизованому режимі за техніко-економічним критерієм. Запропоновано автоматизоване усунення методичної похибки об'ємного дозування рідких і напіврідких сумішей із змінним у часі їх якісним складом.*

***Ефективність виробництва, автоматизація технологічних процесів, техніко-економічний параметр.***

*In this article the autor say about automatisatation technologies in poultry houses, where manufacturing is carried out in the automated mode by tehnical and economic criterion. The automatic eliminate of the methodic mistake for the volume of the liquid end half-liquid mixture by change in the time their quality composition.*

***Efficacy of production, automation of technological processes, technical and economic parameter.***